

УДК 635.657:631.95

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.17>

РОЛЬ НУТУ У СТВОРЕННІ СТІЙКИХ АГРОЕКОСИСТЕМ

Непран І.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та біотехнології,

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Романова Т.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрохімії,

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Романов О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри плодовоовочівництва та зберігання,

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Позитивний поліфункціональний вплив мікроорганізмів на рослини спонукає до пошуку шляхів застосування їх у практиці сільськогосподарського виробництва. Останнім часом активно розвивається такий напрям сільськогосподарської мікробіології як створення біологічних засобів удобрення і захисту рослин від хвороб, шкідливих комах і гризунів, що є альтернативою або частковою заміною екологічно небезпечних хімічних засобів.

У статті розглянуто аспекти екологічної безпеки ведення аграрного виробництва. В технологічний процес вирощування цінної бобової культури нуту на чорноземах Східної частини України впроваджується передпосівна обробка насіння екологічно безпечними бактеріальними препаратами роду *Mesorhizobium ciceri*.

Основним завданням нашого експерименту було встановити доцільність найбільш ефективного бобово-ризобіального симбіозу *Cicer arietinum* – *Mesorhizobium ciceri*. Дослідження проводилися на базі дослідного поля Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва у 2019-2020 рр. Об'єктом досліджень були вибрані сорти нуту Гоксу (Туреччина), Буджак, Пам'ять. Об'єктом досліджень також був бактеріальний препарат *Mesorhizobium ciceri*. У схему досліді були включені такі варіанти: контроль, без обробки насінневого матеріалу; іноккульоване насіння штамами Н-12, Н-18, 527.

Встановлено, що бактеризація насіння нуту штамами роду *Mesorhizobium ciceri* забезпечує підвищення показників продуктивності рослин цієї культури. Одержані достовірні приростки по всіх сортах при застосуванні екологічно безпечного заходу обробки насіння – інокуляції. Створено найбільш ефективний бобово-ризобіальний симбіоз нуту сорту Гоксу зі штамом 527. Отримано додатковий урожай 0,41 т/га.

Ключові слова: нут, штами бактеріального препарату *Mesorhizobium ciceri*, бульбочкові бактерії, бобово-ризобіальний симбіоз, агроєкосистеми.

Nepran I.V., Romanova T.A., Romanov O.V. The role of chickpeas in creating sustainable agroecosystems

The positive multifunctional effect of microorganisms on plants encourages the search for ways to apply them in the practice of agricultural production. Recently, there has been actively developing such a direction of agricultural microbiology as the creation of biological fertilizers and protection of plants from diseases, pests and rodents, which is an alternative or partial replacement of environmentally hazardous chemicals.

The article considers the aspects of ecological safety of agricultural production. Pre-sowing treatment of seeds with ecologically safe bacterial preparations of the genus *Mesorhizobium ciceri* is introduced into the technological process of growing a valuable legume crop chickpeas on the chernozems of the Eastern part of Ukraine.

The main task of our experiment was to establish the feasibility of the most effective legume-rhizobial symbiosis *Cisar arietinum* – *Mesorhizobium ciceri*. The research was conducted on the basis of the research field of Kharkiv National Agrarian University after V.V. Dokuchaev in 2019-2020. The object of research were selected varieties of chickpeas Goksa (Turkey), Budjak, Pamiat. The bacterial drug *Mesorhizobium ciceri* was also studied. The following options were included in the scheme of the experiment: control, without treatment of seed material; inoculated seeds with strains H-12, H-18, 527.

It is established that bacterization of chickpea seeds by strains of the genus Mesorhizobium ciceri provides an increase in plant productivity of this crop. Significant increments were obtained for all varieties using an environmentally friendly seed treatment measure – inoculation. The most effective legume-rhizobial symbiosis of Goksa chickpeas with strain 527 was created. An additional yield of 0,41 t/ha was obtained.

Key words: chickpeas, strains of bacterial preparation Mesorhizobium ciceri, nodule bacteria, legume-rhizobial symbiosis, agroecosystems.

Постановка проблеми. Проблема екологічного оцінювання агротехнологій за біодіагностичними показниками стану ґрунту нині є актуальною. Її розв'язання дасть змогу реалізувати засади для ранньої діагностики деградаційних процесів, запобігти екологічним ризикам виробництва продукції рослинництва [1].

За результатами порівняльного вивчення ґрунтів природних екосистем та агро-екосистем встановлено, що антропогенний вплив зменшує вміст основного з його структурних компонентів – біомаси мікроорганізмів. Це свідчить про зміщення природної збалансованості у ґрунтах агроекосистем у бік зменшення активної метаболічної фракції органічної речовини ґрунту, що спричиняє зниження активності біологічних процесів [1; 2].

Позитивний поліфункціональний вплив мікроорганізмів на рослини спонукає до пошуку шляхів застосування їх у практиці сільськогосподарського виробництва. Останнім часом активно розвивається такий напрям сільськогосподарської мікробіології як створення біологічних засобів удобрення і захисту рослин від хвороб, шкідливих комах і гризунів, що є альтернативою або частковою заміною екологічно небезпечних хімічних засобів [3].

Під час розгляду різних аспектів екологічної безпеки аграрного виробництва не можна оминати увагою питання про порушення науково-обґрунтованої структури сівозмін. В інтенсивному землеробстві посилюється залежність агроекосистеми від антропогенної енергії, відбувається зменшення біологічного різноманіття. Сталим елементом агроекосистеми є внесення в сівозміну зернобобових культур [4].

Значення зернобобових культур у землеробстві визначається як їх біологічними особливостями, які важливі для додержання принципів плодозміни при побудові науково-обґрунтованих сівозмін, так і їхніми можливостями симбіотично фіксувати азот повітря. Навіть у випадку, коли зернобобові культури симбіотично фіксують із повітря менше азоту, ніж поглинають його з ґрунту, біологічно зв'язаний азот сприяє збереженню його ґрунтових запасів і сприятливо впливає на родючість ґрунту, створює позитивні умови для скорочення норми мінерального азоту під наступну культуру. Введення в сівозміну бобових рослин сприяє підвищенню урожайності наступних культур, поліпшує якість їхньої продукції [4; 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі розвитку аграрного виробництва важливого значення набувають перспективні бобові культури, в тому числі нут (*Cicer arietinum*). Його відносять до «нішових» культур. Останніми роками в нашій країні нут зацікавив багатьох виробників сільськогосподарської продукції. На зерно нуту є попит, високі ціни забезпечують високу прибутковість. Крім того, розширення посівних площ нуту дозволяє формувати науково-обґрунтовані сівозміни, що дозволяє суттєво підвищити продуктивність інших культур, їхню здатність насичувати землю поживними речовинами.

Протягом останніх років фіксують позитивну динаміку щодо розширення посівних площ цієї культури. Нині нутом засівають близько 100 тисяч га ріллі [6]. Одним із основних шляхів підвищення урожайності нуту є впровадження нових адаптованих до ґрунтового-кліматичної зони сортів та інтенсифікація технології вирощування.

Дослідження з наукових основ підвищення урожайності нуту проводили відомі вчені О.В. Бушулян, В.І. Січкара, О.В. Бабаянц, С.М. Каленська, Г.М. Господаренко, С.В. Дідович, Н.З. Толкачев та інші [7; 8].

Біологізація та екологізація процесів вирощування зернобобових культур потребує пошуку засобів для підвищення ефективності біологічної азотфіксації. Для цього потрібно забезпечити оптимальні умови для бобово-ризобіального симбіозу [9; 10].

За взаємодії із бульбочковими бактеріями рослини постачають їх продуктами фотосинтезу, а самі за цих умов отримують азот. Крім того, бульбочкові бактерії належать до біологічних стимуляторів, оскільки, крім здатності фіксувати молекулярний азот і синтезувати амінокислоти, вони синтезують вітаміни групи В й інші біологічно активні речовини [11; 12].

Мета досліджень полягала у з'ясуванні екологічних аспектів формування і високопродуктивного функціонування в агроценозах Східного Лісостепу України симбіотичних систем *Cicer arietinum* – *Mesorhizobium ciceri*, а також у розробці наукових основ підсилення активності процесу симбіотичної азотфіксації за рахунок інтродукованих штамів бульбочкових бактерій та їхніх природних рас.

Постановка завдання. Експериментальні дослідження проводили на базі ННВЦ «Дослідне поле» Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва у 2019-2020 рр. Грунт дослідних ділянок – чорнозем звичайний середньогумусний глибокий важкосуглинковий. Реакція ґрунтового розчину слабкисла (рН – 5,7). Перед сівбою проводили інокуляцію насіння штамми роду *Mesorhizobium ciceri*. Площа елементарної посівної ділянки становила 5 м², облікової – також 5 м².

Об'єктом досліджень були вибрані сорти нуту Гоксу (Туреччина), Буджак, Пам'ять. Об'єктом досліджень також був бактеріальний препарат *Mesorhizobium ciceri*. Його застосовують шляхом передпосівної обробки насіння зернобобових культур. У схему досліду були включені такі варіанти: контроль, без обробки насіннєвого матеріалу; інокульоване насіння штамми Н-12, Н-18, 527. Попередник – пшениця яра. Сіяли в оптимальні строки. Норма висіву – 0,8 млн шт/га.

Польові і лабораторні дослідження проводили згідно із загальноприйнятими методиками. Статистичну обробку даних урожайності здійснювали методом дисперсійного аналізу за Б.А. Доспеховим [13]. Інокуляцію насіння проводили за методикою В. Патики [14]. Кількість бульбочок, їхню масу, активний симбіотичний потенціал (далі – АСП) визначали за методикою Г. Посипанова [15].

Виклад основного матеріалу дослідження. Встановлено, що після сівби склалися сприятливі погодні умови для сходів нуту. Повна схожість була зафіксована на 10 добу у сорту Гоксу, на 12 добу – у сортів Буджак і Пам'ять. Такі умови сприяли появі бульбочок, росту і розвитку рослин нуту.

Аналіз таблиці 1 свідчить, що на корінні рослин контрольного варіанту фіксувався значний розвиток спонтанних (фонових) бульбочок. Серед штамів, які вивчали, виділявся штам 527 протягом всього періоду вегетації. У фазу сходів кількість бульбочок дослідного варіанту перевищувала контроль у 1,9 рази, галушення – у 1,8, бутонізації – 1,5, цвітіння – 1,2, плодоутворення – в 1,3 рази. Слід зазначити, що бактеризація насіння нуту сортів Буджак, Гоксу штамми Н-12, Н-18 забезпечила активний процес бульбочкоутворення порівняно із контролем. Різниця між варіантами по визначенню маси бульбочок аналогічна визначенню їхньої кількості (табл. 1).

Таблиця 1
**Маса бульбочок на коренях рослин нуту залежно від передпосівної обробки
 насіння бактеріальними препаратами, кг/га**

Варіант	Фази розвитку				Плодо- утворення
	Сходи	Галуження	Бутонізація	Цвітіння	
Сорт Буджак					
Контроль, без обробки	38,2	132,6	141,3	228,6	294,8
Штам Н-12	60,4	158,2	160,7	284,4	312,7
Штам Н-18	60,7	167,3	171,4	289,8	314,8
Штам 527	71,1	180,7	190,7	298,7	326,7
Сорт Пам'ять					
Контроль, без обробки	20,1	39,8	41,3	40,1	58,7
Штам Н-12	32,3	53,4	60,4	47,9	71,8
Штам Н-18	33,7	55,2	60,9	48,4	79,8
Штам 527	38,9	60,1	74,4	60,9	90,3
Сорт Гоку					
Контроль, без обробки	29,2	86,2	91,3	134,4	176,8
Штам Н-12	46,2	105,8	110,6	166,2	192,2
Штам Н-18	47,2	111,2	116,2	169,1	197,3
Штам 527	55,0	120,4	132,6	179,8	208,5

Для об'єднання показників маси та часу роботи бульбочок Г. Посипановим було введено поняття «активний симбіотичний потенціал» (далі – АСП), який визначається у кілограмах бульбочкової тканини, помноженої на довготривалість життя рожевих бульбочок у днях (кг/добу/га). Вивчення цього показника свідчить, що азотфіксуєча активність бульбочкових бактерій виявляється майже із перших днів утворення бульбочок і продовжується весь період активного росту рослин (табл. 2). Інтенсивність азотфіксації підвищується по мірі розвитку рослин нуту й досягає максимуму в період початку плодоутворення.

Головним функціональним складником симбіозу є нітрогеназа – ферментний комплекс, який синтезується у зрілих бактероїдах і каталізується АТФ – залежною реакцією відновлення молекулярного азоту атмосфери до амонію. У зв'язку з цим для повної оцінки діяльності симбіотичного апарату нами визначена активність нітрогенази в період інтенсивного протікання процесу азотфіксації в фазу цвітіння. Як свідчать дані, найбільш активно фіксували азот атмосфери бульбочки нуту сорту Буджак усіх трьох дослідних варіантів, але найбільше – штам 527.

Дослідженнями встановлено, що із трьох випробуваних сортів найбільш адаптивним для чорноземів зони Східної частини Лісостепу виявився сорт Буджак (табл. 3). Отримано біологічний урожай на контролі (без обробки) 2,64 т/га, на досліді 2,80 – 2,99 т/га. Зафіксовано велике значення підбору певних сортів рослин нуту до селекціонованого штаму бульбочкових бактерій (створення комплементарних пар) із метою формування ефективного бобово-ризобіального симбіозу.

Таблиця 2
Активний симбіотичний потенціал нуту залежно від передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами, кг/добу/га

Варіант	Фази розвитку				
	Сходи	Галуження	Бутонізація	Цвітіння	Плодоутворення
Сорт Буджак					
Контроль, без обробки	19,1	854	923,4	2404,4	3140,4
Штам Н-12	30,2	1093	1913,4	2893,2	3582,6
Штам Н-18	30,4	1140	2032,2	2997,8	3627,6
Штам 527	35,6	1259	2228,4	2447	3752,4
Сорт Пам'ять					
Контроль, без обробки	10,1	359,4	486,6	488,4	592,8
Штам Н-12	16,2	514,2	682,8	649,8	718,2
Штам Н-18	16,8	533,4	696,6	655,8	769,2
Штам 527	19,4	594,0	807,0	811,8	907,2
Сорт Гоксу					
Контроль, без обробки	14,6	606,7	705	1446,4	1866,6
Штам Н-12	23,2	803,6	1298,1	1771,5	2150,4
Штам Н-18	23,6	836,7	1364,4	1826,8	2198,4
Штам 527	27,5	926,5	1517,7	1629,4	2329,8

Бактеризація насіння нуту штамми роду *Mesorhizobium ciceri* забезпечує підвищення показників продуктивності рослин цієї культури. Одержані достовірні прибавки по всіх сортах при застосуванні екологічно безпечного заходу обробки насіння – інокуляції. Створено найбільш ефективний бобово-ризобіальний симбіоз нуту сорту Гоксу зі штамом 527.

Таблиця 3
Біологічна урожайність нуту залежно від передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами. Дослідне поле ХНАУ

Варіант	Урожайність, т/га				Прибавка	
	I	II	III	Середнє	т/га	%
Сорт Пам'ять						
Контроль, без обробки	2,08	2,14	2,32	2,18		
Обробка біопрепаратами:						
Штам Н-12	2,38	2,34	2,30	2,34	+0,16	+7,3
Штам 18	2,22	2,36	2,45	2,34	+0,16	+7,3
Штам 527	2,44	2,38	2,29	2,37	+0,19	+8,7
НІР ₀₅					0,15	
Сорт Буджак						
Контроль, без обробки	2,74	2,99	2,18	2,64		

Продовження таблиці 3

Обробка біопрепаратами:						
Штам Н-12	2,60	2,81	2,99	2,80	+0,16	+6,1
Штам 18	2,93	2,81	2,81	2,85	+0,21	+8,0
Штам 527	3,10	2,89	2,98	2,99	+0,35	+13,2
НІР 05					0,16	
Сорт Гоксу						
Контроль, без обробки	2,33	2,54	2,36	2,41		
Обробка біопрепаратами:						
Штам Н-12	2,48	2,59	2,70	2,59	+0,18	+7,5
Штам 18	2,55	2,77	2,66	2,66	+0,25	+10,4
Штам 527	2,90	2,78	2,78	2,82	+0,41	+17,0
НІР ₀₅					0,13	

Отримано додатковий урожай 0,41 т/га. Достовірність прибутку доведено математичними розрахунками (НІР 05).

Висновки і пропозиції. Таким чином, застосування високоефективних бульбочкових бактерій нуту у технологіях вирощування цієї культури сприятиме реалізації симбіотичного потенціалу рослин, підвищенню їх стійкості до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов і зростанню урожайності. Враховуючи зміни кліматичних умов, високу посухостійкість нуту і високу вартість його зерна, вважаємо за доцільне впроваджувати цю культуру в сівозміни Лісостепу України. Впровадження запропонованої екологічно безпечної технології дасть змогу оптимізувати структуру посівних площ, поліпшити ґрунтову родючість і економічний стан господарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Фурдичко О.І. Агроекологія : монографія. Київ : Аграрна наука, 2014. 400 с.
2. Фурдичко О.І., Дем'янюк О.С. Якість і безпечність сільськогосподарської продукції в контексті продовольчої безпеки України. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 1. С. 7–13.
3. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ». 2020. 192 с.
4. Лобозинська С.М., Назаркевич О.Б. Стимулювання екологізації агровиробництва у формуванні продовольчої безпеки України. *Економіка: реалії часу*. 2017. № 3(31). С. 53–59.
5. Тарасова В.В. Екологічність агровиробництва в Україні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2011. Т. 1. № 1(28). С. 189–196.
6. Бушулян О.В., Сичкарь В.І., Бушулян М.А., Пасичник С.М. Результати і перспективи селекції нута в Україні. *Зернобобовые и крумяные культуры*. 2015. Вип. 4(16). С. 49–54.
7. Сичкар В.І. Відлуння нутового буму. *The Ukrainian FARMER*. № 3(111). 2019. С. 118–124.
8. Калина В.С., Миколенко С.Ю., Кузьо О.О. Розробка та розширення асортименту кондитерських виробів із нутового борошна. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир, 2019. С. 190–195.

9. Волкогон В.В. Мікробні препарати у землеробстві України. *Посібник українського хлібороба: науково-практичний збірник*. 2016. Том 1. С. 248–251.
 10. Колісник С.І., Кобак С.Я., Іванюк С.В. та інші. Використання мікробних препаратів при вирощуванні зернобобових культур. *Посібник українського хлібороба*. Том 2. 2013. С. 74–76.
 11. Логоша О.В., Воробей Ю.О., Усманова Т.О., Стрекалов В.М. Характеристика властивостей бульбочкових бактерій нуту, поширених в агроценозах Лісостепової та Степової зон України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2019. Вип. 29. С. 21–28.
 12. Непран І.В., Ніколаєнко А.М. Екологічно безпечна технологія вирощування нуту. *Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. Харків : ХНАУ, 2013. № 9. С. 87–91.
 13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
 14. Патица В.П. Комплексне застосування біопрепаратів на основі агрофіксуєючих, фосформобілізуєючих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин : рекомендації. Київ : Аграр. наука, 2000. 35 с.
 15. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М. : Агропромиздат, 1991. 300 с.
 16. Січкач В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 110–115.
 17. Гамаюнова В.В., Базалій С.Ю. Вплив застосування сучасних біопрепаратів на урожайність нуту в умовах південного Степу України. *Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*, 2018. Вип. 1. С. 251–258.
 18. Таргоня В. До питання виробництва екологічно безпечної продукції рослинництва. *Техніка і технологія АПК*. 2011. № 1(16). С. 35–39.
 19. Пушак В.І., Лихочвор В.В. Нут рухається на Захід. *The Ukrainian Farmer*. 2018. № 3(99). С. 44–48.
-